NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. STANISLAS MEUNIER.



LILLE
IMPRIMERIE L. DANEL
RUE NATIONALE, 93.
1881.

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. Stanislas MEUNIER.

M. Stanislas Meunier, actuellement aide-naturaliste de géologie au Muséum d'histoire naturelle, a commencé par cultiver la chimie minérale. Avant d'entrer au Muséum, il a rempli à l'École polytechnique les fonctions de préparateur du cours de chimie, professé par M. Fremy, et durant cette période il a présenté à l'Académie des Sciences un certain nombre de Mémoires, qui ont été insérés aux *Comptes rendus*. Plusieurs d'entre eux ont plus tard réunis en une brochure, sous le titre de : *Recherches chimiques sur les oxydes métalliques*, (in-8° de 46 pages, 1867.) On y trouve entre autres, la description de sels à base de potasse ou de soude dont l'acide est le bioxyde de mercure, l'oxyde de cadmium, etc. Citons aussi des *recherches sur la Passivité du fer*. (*Cosmos du mois de juillet* 1867), un procédé chimique d'*autographie des fantômes magnétiques* (*Cosmos de juillet* 1867), et plusieurs autres notes sur des sujets variés de chimie et de physique moléculaire.

Depuis l'année 1867, où il s'est voué à la géologie, l'auteur a étudié cette vaste science sous ses faces les plus diverses: Stratigraphie, Minéralogie et Lithologie, Paléontologie.

Il a trouvé dans la collection des météorites ou pierres tombées du ciel, conservée au Muséum les matériaux de recherches qui intéressent autant l'astronomie physique que la géologie proprement dite et qu'on doit considérer comme étant du domaine d'une science spéciale à laquelle peut convenir le nom de *Géologie comparée*.

Disons ici, avant d'énumérer ses publications sur ces différentes parties de la géologie, que l'auteur, outre ses travaux de laboratoire, a pris une part active à la tache professorale qui incombe au Muséum. Depuis l'année 1873, une portion du cours de géologie est faite par lui, et trois volumes in-8°, contiennent le résumé d'une partie de son enseignement.

Il a formé aussi beaucoup d'élèves sur le terrain en dirigeant un très grand nombre d'excursions géologiques publiques, dont plusieurs ont duré tout une semaine, dans des régions très variées.

De ces courses scientifiques, il a rapporté des milliers d'échantillons dont beaucoup sont exposés au public dans la galerie de géologie du Muséum.

I. — STRATIGRAPHIE.

A. — ALLUVIONS VERTICALES.

De nombreuses études faites par l'auteur dans des régions très variées, l'ont conduit à introduire dans la science la considération d'une classe spéciale de terrains dont le nom d'*Alluvions verticales* indique les caractères. Ils sont, en effet, constitués par des matériaux clastiques, comme les terrains d'alluvions proprement dits, mais ils ont été poussés de bas en haut, au travers des couches du globe, par des eaux ascendantes, au lieu d'avoir été étalés à leur surface par des courants superficiels.

Ces alluvions verticales diffèrent complètement comme on voit des dépôts d'origine chimique, gisant dans une situation analogue et sur lesquels d'Omalius d'Halloy a l'un des premiers appelé l'attention.

Parmi les Mémoires relatifs à cette question, on citera, d'après l'ordre de la publication :

I.

Sur les puits naturels du calcaire grossier.

(Comptes-rendus de l'Académie des Sciences du 29 mars 1875).

Ces puits naturels qui ont, en maintes circonstances, servi de canaux d'ascension aux alluvions verticales sont ici, pour la première fois, étudiés par la méthode expérimentale. Pour reconnaître si le forage s'est exécuté de haut en bas ou dans le sens inverse, l'auteur a été conduit à en faire des imitations dont plusieurs sont actuellement conservées dans les collections du Muséum d'histoire naturelle.

La conclusion est que ces conduits ont été creusés de haut en bas par des eaux provenant de la surface, et que c'est seulement plus tard qu'ils ont permis à des matériaux d'origino profonde, de s'élever sur les formations plus récentes.

II.

Remarques sur le diluvium granitique des plateaux; composition lithologique du sable kaolinique de Montainville. (Seine-et-Oise)

(Comptes-rendus du 30 août 1875).

L'auteur montre ici comment, au lieu de penser que le diluvium granitique des plateaux a été apporté horizontalement par les grands courants d'eau de la période quaternaire, il est beaucoup plus légitime d'y voir l'apport vertical d'eaux jaillissantes. Il fait voir dans le sable de Montainvile, le mélange de ces matériaux granitiques avec des fragments de roches et des fossiles, provenant des couches stratifiées qui forment le soubassement du bassin de Paris, et il suit pas à pas les altérations des uns et des autres, sous l'action de l'eau chaude qui les a charriés. A cet égard, l'étude des grains feldspathiques depuis l'orthose intact jusqu'au kaolin parfait présente un très vif intérêt.

III.

Examen lithologique du sable à glauconie inférieur au calcaire grossier.

(Comptes-rendus du 13 décembre 1875).

De nombreuses analyses lithologiques ont démontré à l'auteur que les alluvions verticales ont apporté un contingent considérable à la formation désignée par d'Archiac sous le nom de *glauconie grossière*. Il tire de cet examen des notions sur les limites de la mer, à cette époque géologique et insiste sur l'incertitude où laisse dans certains cas, la considération seule du *faciès* d'un terrain pour faire savoir s'il est d'origine littorale ou pélagienne. Ses études comprennent des échantillons recueillis dans des localités très diverses des environs de Paris, dont chacun a été soumis au triage mécanique le plus minutieux.

IV.

Faits pour servir à l'histoire des puits naturels.

(Comptes-rendus du 10 juillet 1876).

En explorant les environs de Senlis (Oise), l'auteur s'est trouvé en présence d'un des accidents géologiques les plus étranges que puisse offrir la géologie parisienne. Il s'agit d'une colonne cylindrique et verticale de 6 mètres environ de diamètre qui, d'une manière très imposante, s'élève d'une dizaine de mètres, depuis le fond d'une vaste carrière jusqu'à la surface du sol au travers de toute l'assise du sable exploité. C'est comme la tour ruinée d'un ancien château fort et son caractère le plus remarquable, consiste dans l'enveloppe de grès mamelonnée qui la sépare nettement, avec une forme quasi-géométrique, de la masse du sable où elle était noyée.

On montre dans le Mémoire que cette tour s'est produite d'une manière analogue à celle qui a déterminé le forage des puits naturels dans les roches cohérentes. L'auteur y signale des matériaux venant de la profondeur et entre autres du minerai de fer et du minerai de manganèse. Il fait voir aussi que les blocs de calcaire contenus dans la colonne représentent les couches de Saint-Ouen, anciennement superposées au sable et témoignent de la tranquillité avec laquelle s'est opérée dans cettelocalité, une énorme dénudation.

V.

Sur un bloc de meulière recueilli dans le sable éruptif de Beynes.

(Comptes-rendus du 11 septembre 1876).

C'est à 4 mètres au-dessous du sol, qu'en plein filon de sable éruptif l'auteur a recueilli un très gros bloc de meulière dont l'étude a fourni des données nombreuses et variées.

Les unes se rapportent au régime des eaux ascendantes qui ont charrié les alluvions verticales. On constate, en effet, que les régions externes de la meulière ont été si profondément altérées qu'elles sont devenues méconnaissables, et ont pris un aspect scoriacé tout spécial.

De plus, les vacuoles de ces régions sont remplies d'un sable fin exclusivement formé de cristaux parfaits de quartz bipyramidés. L'identité de ces cristaux avec ceux que M. Daubrée a obtenus en attaquant divers silicates par l'eau suréchauffée est parfaite et l'on est en droit d'en conclure que les eaux ascendantes se trouvaient dans des conditions analogues à celles qui sont réalisées dans ces expériences.

Les autres données qui résultent de l'examen du bloc de meulière, sont relatives à l'allure des phénomènes de dénudation dans la localité considérée : le bloc, appartenant au minimum, à la zone du terrain de Brie (sinon à celle du terrain de Beauce) et la surface du sol correspondant maintenant à la partie inférieure de l'argile plastique, on voit qu'une énorme épaisseur de roche a été enlevée. D'ailleurs, la disposition locale démontre que cette ablation s'est faite avec la plus grande tranquillité. C'est comme on voit une conclusion analogue à celle qu'avait déjà fournie l'examen de la tour naturelle des environs de Senlis, qui vient d'être citée.

VI.

Composition et origine du sable diamantifère de Du Toit's Pan, Afrique australe.

(Comptes-rendus du 5 février 1877).

L'un des plus remarquables exemples d'alluvions verticales a été fourni à l'auteur par l'étude des matériaux dans lesquels gisent les diamants du Cap.

Les études par lesquelles l'auteur a démontré leur vraie origine ont été de la part d'une commission, dont M. Daubrée, était le rapporteur, l'objet d'un rapport très favorable (21 mai 1877) où on lit ce qui suit :

« Relativement à l'origine et à la formation de ces sables, les géologues qui les ont examinés sur place, sont d'accord pour leur attribuer une origine profonde, à raison de leur disposition en amas verticaux et enclavés dans les roches diverses. On a rattaché leur sortie à des phénomènes volcaniques et considéré ces sables comme le résidu de l'atération sur place de roches pyrogènes. Tout en admettant que la roche diamantifère a été amenée de bas et haut, M. Stanislas Meunier, lui attribue un autre mode de formation. D'après l'analyse minéralo-

gique qu'il a exécutée, la masse de remplissage se compose de roches très diverses et à l'état de fragments distincts: serpentine, grenatite à sahlite, pegmatite, talcschiste. Il paraît peu probable que des roches aussi différentes se soient formées ainsi d'un seul coup, à l'état de mélange, sous l'action des mêmes causes. Il est plus naturel de supposer que chacune d'elles a été arrachée à un gisement spécial, puis charriée jusqu'au point où le mélange actuel se présente. Or, admettre d'une part l'origine profonde des sables à diamants et d'autre part y reconnaître le produit d'un transport, c'est les ranger dans la même catégorie que les sables granitiques intercalés à travers les terrains stratifiés...... Pour revenir au travail qui fait l'objet de ce rapport, nous dirons que M. Stanislas Meunier, à la suite d'un examen attentif des sables de l'exploitation dite « Du Toit's Pan » en a nettement séparé plusieurs espèces minérales qui n'avaient pas été signalées dans les sables diamantifères de l'Afrique Australe ; de plus, l'auteur a été amené par cette étude à une explication ingénieuse du mode de remplissage des puits verticaux obstrués par ces sortes de sables.»

VII.

Mémoire sur les alluvions verticales.

(Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, 1876).

Une partie des faits relatifs aux alluvions verticales sont coordonnés dans ce Mémoire qui présente sur cet important sujet des aperçus tout nouveaux.

VIII.

De l'origine de quelques-uns des éléments minéraux de la terre végétale.

(Annales agronomiques, 1877).

Dans ce travail, l'auteur fait ressortir le rôle agronomique des allusions verticales et les signale comme des agents énergiques de mélange des formations géologiques les plus différentes, c'est-à-dire comme une des sources les plus abondantes où la terre végétale va chercher ses principaux éléments de fertilité.

B. — DESCRIPTIONS STRATIGRAPHIQUES.

IX.

Sur le calcaire spathique des marnes vertes de Chennevières (Seine).

(Comptes-rendus du 6 novembre 1873)

On trouve dans cette note, la description de rognons remarquables à la fois par leurs caractères et par les circonstances évidentes de leur production. L'auteur insiste particulièrement sur le régime tout spécial de l'époque des marnes vertes où les phénomènes geysériens ont été remarquablement développés.

X.

Sur les marnes à huîtres de Fresnes-lès-Rungis (Seine).

(Comptes-rendus du 8 décembre 1873).

La localité de Fresnes présente à l'observation une coupe des assises les plus inférieures du terrain miocène. Parmi plusieurs particularités intéressantes, on y distingue un lit de galets fournis évidemment par une falaise maintenant disparue de calcaire de Saint-Ouen, et qui marque un point du littoral de la mer où se sont déposés les sables de Fontainebleau.

XI.

Sur un alios miocène des environs de Rambouillet.

(Comptes-rendus du 24 décembre 1877).

Une coupe relevée dans le village même de Cernay-la-Ville, offre une succession de couches identiques pour leur situation relative, avec les couches qui constituent le sol actuel des Landes. La comparaison de ces deux terrains permet de préciser le régime à Cernay du début de l'époque miocène. On constate en effet que dans cette localité, le passage de la formation marine de Fontainebleau à la formation la-

custre de la Beauce a été ménagé par une formation atmosphérique identique à celle de nos dunes et qui a été le théâtre de phénomènes rigoureusement semblables à ceux qui se développent aujourd'hui sur le littoral des océans. L'interprétation de la coupe de Cernay au point de vue des causes actuelles conduit donc dans ce cas particulier, à substituer, comme dans bien d'autres, l'opinion d'une modification très lente du régime géologique à l'hypothèse jadis si en faveur, d'un brusque cataclysme.

XII.

Présence et caractère spécial des marnes à huîtres à Carnetin (Seine et Marne).

(Comptes-rendus du 21 juin 1880).

Dans cette note, l'auteur signale à Carnetin la présence d'un calcaire très dur qui renferme toute la faune des marnes à huîtres. Ce fait paraît avoir un double intérêt pour la géologie parisienne. D'abord, il prouve la nécessité de modifier les indications fournies par la carte géologique détaillée, qui ne signale sur le coteau situé à l'est de Carnetin que les meulières de Brie, tandis que le terrain miocène y est très nettement représenté. En second lieu, la présence à la surface du coteau de marnes à bithynies superposées au calcaire dont on vient de parler, paraît devoir contribuer à modifier les idées que professent encore quelques géologues à l'égard du mode d'érosion qui a donné naissance aux accidents topographiques du sol parisien.

XIII.

Description géologique des environs de Paris, cours professé en 1874 *au Muséum d'histoire naturelle.*

(1 volume in-8° de 510 pages, avec 112 gravures).

La rédaction de cet ouvrage a été précédée d'une révision par l'auteur, de très nombreuses localités signalées autour de Paris, comme intéressantes au point de vue géologique. Ces excursions ont naturel-

lement donné lieu à une foule d'observations originales consignées dans l'ouvrage.

XIV.

Les causes actuelles en géologie; cours professé en 1875 *au Muséum d'histoire naturelle.*

(1 volume in-8° de 495 pages, avec 58 gravures).

Cet ouvrage est destiné à réagir contre la tendance de beaucoup de personnes, à diviser l'histoire de la terre en ces deux périodes : le *passé*, caractérisé par le désordre, le trouble, les cataclysmes; et le *présent* où règne la stabilité. Sa conclusion est que nous vivons à l'heure actuelle en pleine géologie, et il fournit par l'observation contemporaine l'explication des phénomènes anciens. L'auteur y présente une foule de résultats qui lui sont propres.

II. — MINÉRALOGIE ET LITHOLOGIE.

A. — REPRODUCTION ARTIFICIELLE DES MINÉRAUX.

XV.

Recherches expérimentales sur les sulfures naturels.

(Comptes-rendus du 2 avril 1877).

Le résultat de ces recherches consiste en ce que les sulfures naturels précipitent parfois les solutions métalliques, comme feraient des métaux libres, et donnent lieu ainsi à la reproduction des métaux natifs observés dans les filons.

L'auteur insiste à cette occassion sur les associations naturelles qui se trouvent imitées par ce procédé. Par exemple, la galène se charge de végétations d'argent et la pyrite de végétations d'or absolument identiques à celles que contiennent les collections de minéralogie.

Le travail se termine par des expériences sur des réductions opérées par les sulfures alcalins présents dans les eaux minérales et la théorie chimique de ces phénomènes est exposée d'une manière complète.

XVI.

Reproduction artificielle de la brochantite.

(Comptes-rendus du 11 mars 1878).

La propriété réductrice de la galène s'exerce à la longue sur la solution du sulfate de cuivre en en précipitant le sous-sulfate appelé *brochantite* parfaitement cristallisé. Il faut d'ailleurs rappeler que

cette même espèce a précédemment été obtenue artificiellement par M. Friedel, en chauffant à 250 degrès la solution aqueuse du sulfate de cuivre ; mais le procédé dont il vient d'être question paraît reproduire des conditions plus souvent réalisées dans la nature. En effet, outre que deux analyses de Magnus signalent l'oxyde de plomb dans le brochantite, on cite l'association, en Hongrie, de cette espèce avec la galène. L'oxydation spontanée de certaines pyrites de cuivre peut aisément alimenter des suintements de cyanose au contact du plomb sulfuré.

XVII.

Reproduction artificielle de la mélanochroïte.

(Comptes-rendus du 28 octobre 1878).

L'expérience précédente répétée avec la solution du bichromate de potasse donne naissance au sous-chromate dit *mélanochroïte* lequel se montre, à Berezowsk, associé avec la galène.

On remarquera l'analogie de cette production par la galène, d'un sous-chromate aux dépens d'un bichromate alcalin, avec la production par le même sulfure d'un sous-sulfate de cuivre (brochantite) aux dépens de la couperose bleue.

XVIII.

Reproduction artificielle des fers carburés natifs du Groënland.

(Comptes-rendus du 5 mai 1879).

En réduisant au rouge, par l'oxyde de carbone un mélange de protochlorure de fer et de chlorure de nickel, l'auteur a produit un métal riche à la fois en nickel et en carbone qui offre tout le caractère de la *fonte* native, que les basaltes de l'île de Disko et du détroit de Waigatt au Groënland ont amenée au jour dans leur trajet ascensionnel.

XIX.

Production et cristallisation d'un silicate anhydre (enstatite) en présence de la vapeur d'eau, à la pression ordinaire.

(Comptes-rendus du 23 février 1880).

La méthode imaginée par l'auteur diffère absolument de toutes celles qui avaient été mises en œuvre jusque-là. Elle consiste à mettre en présence à une température convenable, la vapeur d'eau, la vapeur de chlorure de silicum et la vapeur de magnésium. Quand l'opération est bien conduite, l'enstatite se dépose en abondance et elle se présente sous la forme d'une poudre blanche d'aspect analogue à la silice, mais offrant au microscope des caractères auxquels on ne saurait se tromper. Exceptionnellement les cristaux ont un volume un peu plus gros, plus de limpidité, plus de fendillement, une netteté plus parfaite d'arêtes ; on ne saurait alors les distinguer de la variété si remarquable que l'auteur a décrite en 1869, (V. le *Cosmos*) sous le nom de *Victorite* et que M. Des Cloizeaux a bien voulu soumettre alors à une étude cristallographique complète.

XX.

Reproduction artificielle du spinelle et du corindon.

(Cosmos du 22 mars 1880).

L'expérience a consisté à mettre en présence, dans un tube chauffé, le chlorure d'aluminium, la vapeur d'eau, et le magnésium métallique. Le résultat consiste en cristaux, les uns cubiques et les autres octaédriques, que leur dureté extrême, leur inaltérabilité absolue dans l'acide azotique bouillant, et leur composition identifient avec le spinelle natnrel.

En traitant le chlorure d'aluminium par la vapeur d'eau, l'auteur a obtenu des lamelles hexagonales de corindon.

XXI.

Reproduction synthétique des silicates alumineux et des silico-aluminates alcalins de la nature.

(Comptes-rendus du 26 avril 1880).

En traitant l'aluminium métallique par la vapeur d'eau et la vapeur de chlorure de silicium à la températnre rouge, on obtient des aiguilles cristallines qui paraissent identiques à la sillimanite.

Si on ajoute dans le tube où a lieu la réaction des fragments de potasse caustique, il se produit en extrême abondance des cristaux brunâtres en trapézoèdes réguliers, parfaitement nets et présentant la composition de l'amphigène.

XXII.

Sur la chaux anhydre cristallisée.

(Comptes-rendus du 28 juin 1880).

L'auteur, en collaboration avec M. Albert Levallois a étudié une matière cristalline produite par la cuisson du calcaire de Champigny soumis pendant vingt huit mois consécutifs à la température de 1,200 à 1,300 degrés. Soumise à l'analyse cette substance cristalline s'est montrée entièrement composée de chaux anhydre et c'est la première fois qu'on ait eu l'occasion d'observer ce composé.

B. — ORIGINE DES ROCHES.

XXIII.

Expériences et observations sur les roches vitreuses.

(Comptes-rendus du 18 septembre 1876).

XXIV.

Recherches sur la dévitrification des roches vitreuses.

(Comptes-rendus du 4 décembre 1876).

XXV.

Cristallisation artificielle de l'orthose.

(Comptes-rendus du 11 mars 1878).

XXVI.

Origine des roches cristallines.

(Comptes-rendus du 2 décembre 1878).

Dans ces divers travaux l'auteur examine expérimentalement la question de savoir si les roches cristallines ne dérivent pas de roches vitreuses par voie de dévitrification.

On sait qn'on a eu plus souvent l'opinion inverse, mais une très grande difficulté résulte alors de la présence dans les verres naturels des élément volatils que la chaleur en dégage.

XXVII.

Expériences relatives au mode de formation des nodules du grès de Fontainebleau.

(Presse scientifique des Deux-Mondes, 1866).

Ces expériences précisent les conditions dans lesquelles peuvent se produire les diverses variétés de grès: compacts, feuilletés et botryoïdes.

XXVIII.

Sur un mode spécial de formation des galets.

(La Nature du 21 avril 1877).

Il s'agit de véritables galets parfaitements ronds fournis par le calcaire grossier inférieur de Coye (Oise) et qu'on regarderait comme des produits d'usure par frottement, s'ils ne portaient en relief une foule de nummulites qui n'ont subi aucune altération.

L'auteur indique le mécanisme de leur production et montre les applications, qu'on en peut faire à diverses questions de géologie.

XXIX.

De l'origine de l'acide carbonique atmosphérique.

(Annales agronomiques, t. V, p. 204, juillet 1879).

L'échange de l'acide carbonique entre les plantes qui les décomposent pour en fixer le carbone dans leurs tissus, et les animaux qui le reconstituent en brûlant par digestion les matières végétales, est un des exemples les plus classiques des cercles harmoniques que l'étude de la nature nous offre de toutes parts. On est porté à en conclure à première vue qu'une quantité donnée, toujours la même et en définitive peu considérable, suffit indéfiniment aux besoins du monde organique.

Or, il est loin d'en être ainsi, plusieurs causes énergiques concourant à soustraire de l'atmosphère l'acide carbonique qui s'y trouve dissout. C'est ainsi que deux chefs principaux : kaolinisation des roches feldspathiques et fossilisation des matières végétales, l'atmosphère a dû faire face à une dépense immense d'acide carbonique, qui, depuis lors, s'est trouvé immobilisé.

La conséquence immédiate de cette remarque est qu'il faut attribuer à l'acide carbonique une source qui ne le répand dans l'air que successivement. Or, on reconnaît que c'est surtout dans les contrées volcaniques que les dégagements d'acide carbonique sont très abondants. Ces dégagements étant fréquemment placés sur le granit, c'est des régions infra-granitiques que procède le composé carboné.

Quant aux réactions chimiques en vertu desquelles l'acide carbonique peut se dégager dans les parties profondes de la terre, elles doivent être attribuées à la dissolution de la fonte de fer par des substances appropriées. C'est la proposition que malgré son apparence tout d'abord étrange, l'auteur prouve en rappelant que la fonte de fer peut être considérée comme une source d'acide carbonique ; et en faisant voir ensuite que la fonte existe en abondance dans les espaces infra-granitique, où elle subit des réactions convenables.

On reconnait donc, à n'en pas douter que le globe contient dans ses propres profondeurs tout ce qu'il faut pour expliquer l'origine de l'acide carbonique atmosphérique. On conçoit d'ailleurs très aisément

que le phénomène ait pu à certaines époques de l'histoire de la terre, offrir des recrudescences et des affaiblissements qui sont représentés aujourd'hui par des développements plus ou moins considérables, et des atténuations de la végétation fossile.

C. — DESCRIPTION DES ROCHES.

XXX.

Méthode dichotomique pour la détermination des roches

(Presse scientifique de février 1867).

Ce travail, qui est la première application qu'on ait jamais faite de la méthode dichotomique à la lithologie, a rendu des services à l'auteur lorsqu'en 1869 il fut chargé de faire au Muséum des conférences de lithologie pratique aux élèves de l'Ecole d'agronomie.

XXXI.

Nouvel arrangement systématique des roches.

(Comptes-rendus du 26 juin 1879).

Cet arrangement se signale par la rigueur avec laquelle y est appliqué le principe de la subordination des caractères.

Comme la plnpart des lithologistes modernes, l'anteur part avant tout de la composition minéralogique, mais il écarte d'une manière absolne toutes les considérations de gisement ou d'origine.

Le nombre des minéraux essentiels constituants conduit d'abord à répartir les roches en trois grandes divisions, dites *roches unitaires*, *binaires et ternaires*.

Le genre chimique des minéraux essentiels détermine l'établissement de séries. Ainsi, dans la première division se trouvent les séries des *oxydes*, des *carbonates*, des *silicates*, etc.; dans la seconde, celles caractérisées par la présence simultanée d'*un oxyde et d'un silicate* ou de *deux oxydes*, etc.

L'espèce chimique des minéraux essentiels sert de base à l'établissement des groupes qui composent les séries. Par exemple, on trouve le groupe des silicates doubles d'alumine et de protoxyde, celui des roches formées par le mélange de l'oxyde de silicium avec un silicate hydraté d'alumine, etc.

L'espèce minéralogique des minéraux essentiels donne lieu à des sous-groupes. Ainsi les roches formées de feldspath et de mica se répartissent en trois sous-groupes : le premier comprend les roches formées d'orthose et de mica ordinaire (gneiss, leptinolithe) ; le second, les roches formées d'orthose et de mica brun (minette, kéralithe) ; le dernier, enfin, les roches formées de mica ordinaire et d'oligoklase (kersanton).

La *structure* n'intervient que dans les groupes et y caractérise les types. Ainsi, le groupe des roches essentiellement formées par le mélange du quartz avec le feldspath, comprend des masses qui se rapportent à sept structures principales : il en résulte sept types distincts, ce sont ceux qui correspondent aux roches : 1° grenues (granulites); 2° graphiques (pegmatite); 3° porphyroïdes (porphyre feldspathique quartzifère); 4° granitoïdes (id.); 5° schistoïdes (id.); 6 globulifères (pyroméride); et 7° grésiformes (arkose).

Enfin la *présence de minéraux accidentels* détermine la distinction des variétés : les variétés du granite porphyroïde, sont appelées *amphibolifère*, *pinitifère*, etc.

Au point de vue pratique, ce système parait devoir faciliter beaucoup l'étude des roches, puisque l'on sait d'avance la valeur taxonomique de chaque ordre de caractères pris individuellement.

XXXII.

Application de l'expérience de Leichtemberg à l'analyse minéralogique des roches.

(Cosmos du 1er mai 1869).

En répétant cette célèbre expérience avec la poudre de certaines roches binaires, telles que des trachytes sulfurifères, on voit les deux minéraux constitutifs, prendre les électricités contraires et se séparer complètement.

XXXIII.

Sur l'existence de la bauxite à la Guyane française.

(Comptes-rendus du 26 février 1872).

Dans des échantillons donnés comme minerais de fer et provenant de la Pointe de diamant, l'auteur a reconnu par l'analyse, de la bauxite à peu près pure. Cette détermination a été répétée depuis pour d'autres localités de la Guyane.

XXXIV.

Présence de la dunite en fragments empâtés dans les basaltes de l'île Bourbon.

(Comptes-rendus du 25 mars 1872).

Une série d'analyses minéralogiques a conduit l'auteur à reconnaître que la roche péridotique empâtée en fragments dans ces basaltes est rigoureusement identique à la roche découverte par M. de Hochstetter, en Nouvelle-Zélande et désignée par lui sous le nom de *dunite*.

Ce fait, en prouvant l'existence profonde de grandes masses de dunite a d'autant plus d'intérêt que cette roche joue également un rôle important dans la géologie des météorites.

XXXV

Etude minéralogique de la serpentine grise.

(Comptes-rendus du 20 mai 1872).

Par des procédés spéciaux, l'auteur a séparé les minéraux constituant, ou *principes immédiats*, de la roche qu'il étudiait. Ces minéraux, consistant en hydrosilicate de magnésie, pyroxène, péridot et fer oxydulé, conduisent par leur situation relative à faire considérer la serpentine comme un produit d'hydratation et d'oxydation de certaines roches analogues aux types météoritiques dits aumalite et lucéite.

Ces résultats extrêmement nets, n'ont pu être obtenus que par l'emploi de procédés spéciaux dont le principal consiste dans l'emploi,

pour l'attaque partielle de la roche, d'une lessive de potasse concentrée et bouillante. Cet ainsi que furent séparés l'hydrosilicate magnésien et le péridot qu'un acide eut dissous de compagnie.

XXXVI.

Sur la zircosyénite de Fuertaventura.

(Comptes-rendus du 7 septembre 1874).

Les roches si remarquables connues sous le nom de *syénites zirconiennes*, n'étaient jusqu'ici connues que dans les régions septentrionales. C'est un fait très imprévu que leur existence parmi les échantillons recueillis depuis bien longtemps à Fortaventure où on les regardait comme ayant une nature toute différente.

XXXVII.

Présence de sphérules magnétiques, analogues à ceux des poussières de l'air dans des roches appartenant aux anciennes périodes géologiques.

(Comptes-rendus du 18 février 1878).

Dans ce travail, fait en commun avec M. Gaston Tissandier, on trouve le résultat de l'examen microscopique d'un grand nombre de roches sédimentaires qui ont montré dans l'intérieur de leur masse, des grains sphériques identiques à ceux que produit le fer en brûlant sous le choc du briquet et qu'il paraît naturel d'attribuer à des masses de fer météoriques tombées sur la terre aux époques anciennes.

Ces globules constitueraient les premières météorites fossiles dont on ait reconnu l'existence.

XXXVIII.

Lithologie pratique, ou étude générale et particulière des roches considérées au triple point de vue de leur composition, de leur gisement et de leurs applications industrielles et agricoles.

(1 volume in-8° de 459 pages, 1872).

III. — PALÉONTOLOGIE.

XXXIX.

*Découverte d'un abondant gisement d'*HEMIRHYNCHUS DESHAYESI *dans le calcaire grossier de Puteaux* (Seine).

(Comptes-rendus du 18 mars 1872).

L'auteur signale dans les couches moyennes du calcaire grossier de Puteaux, la présence d'une innombrable accumulation d'empreintes de l'*Hemirhynchus*, poisson rarissime jusque là et dont Agassiz, qui l'a découvert, n'a pu donner une description complète, faute d'échantillons suffisants.

On peut voir, sous le péristyle de la galerie de géologie du Museum, une très grande plaque qui donne une idée de l'abondance de ces animaux.

XL.

Perforation d'un grès quartzeux par des racines d'arbres.

(Comptes-rendus du 11 octobre 1875).

C'est pour mettre en garde contre une erreur où pourrait faire tomber l'examen d'empreintes végétales, que l'auteur signale la pénétration actuelle de racines d'orme au travers d'un grès très dur, d'âge miocène.

Des échantillons extrêment nets sont déposés au Muséum; il faut être prévenu pour ne pas y supposer à premier vue des restes de végétaux tertiaires.

XLI.

Tableau synoptique, résumant la distribution des mollusques fossiles dans les couches tertiaires des environs de Paris.

(Comptes-rendus du 27 novembre 1876).

On trouve dans ce travail un mode de représentation nouveau qui donne, d'un seul coup d'œil, l'histoire paleontologique de chacun des terrains parisiens. Le système employé est susceptible d'applications variées qui rendront certainement des servioes.

Le nombre total de Mollusques que comprend le tableau, c'est-à-dire la somme des espèces contenues dans les faunes successives des diverses formations, s'élève au chiffre de 3376; mais 490 d'entre elles constituent des doubles emplois, figurant à la fois dans plusieurs faunes entre lesquelles elles établissent des liens variés. Il en résulte que le nombre d'espèces réellement distinctes est seulement de 2886.

Le tableau montre comment la faune totale de chaque formation, exprimée par le gros chiffre de droite, se décompose en espèces nées dans la formation elle-même et en espèces venant de plus bas. On voit, en même temps, comment cette faune contribue, soit par des espèces qu'elle a reçues des couches antérieures, soit par ses propres espèces, aux faunes subséquentes. On voit enfin, combien d'espèces y disparaissent, et parmi elles se signalent celles qui, y ayant pris naissance, représentent réellement la faune propre de cette formation.

XLII.

Contributions paléontologiques.

(Comptes-rendus du 14 janvier 1878).

XLIII.

Mollusques nouveaux des terrains tertiaires parisiens.

(Comptes-rendus du 19 août 1878).

Dans ces deux communications sont données les caractéristiques de plusieurs espèces nouvelles de coquilles découvertes par l'auteur dans ses excursions autour de Paris.

XLIV.

Sur les sables supérieurs de Pierrefitte, près Etampes.

(Comptes-rendus du 6 octobre 1879).

XLV.

Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur les sables marins de Pierrefitte, près Etampes (Seine-et-Oise).

(Nouvelles Archives du Museum, 2e série, t. III, p. 235, pl. XIII et XIV).

L'auteur décrit, dans ce travail, dont la partie stratigraphique est de M. Lambert, un gisement de coquilles renfermant 122 espèces. Sur ce nombre 30 sont nouvelles pour la science. Des 92 autres il y en a 6 qui sont nouvelles pour le bassin parisien.

IV. — MÉTÉORITES.

Les travaux de M. Stanislas Meunier sur les météorites se signalent par leur caractère original.

Tout d'abord, on s'est contenté de soumettre ces masses extra-terrestres à l'*analyse chimique* proprement dite, et on est ainsi parvenu à ce grand fait que, malgré l'éloignement de leur gisement originel, elles ne nous apportent aucun corps simple qui soit étranger à la chimie terrestre. Les noms de Howard, de Berzelius, de Laugier, de Vauquelin, sont attachés à cette première période.

Un pas considérable fait plus récemment, a consisté à réaliser l'*analyse minéralogique* des météorites. On a reconnu alors dans leur substance, beaucoup d'espèces telles que le péridot, l'enstatite, l'oligoklase, le labrador, l'anorthite, la chromite, la pyrrhotine, etc., qui font partie de l'écorce du globe, associées à d'autres espèces, telles que la tænite, la kamacite, la daubréelite, la lawrencite, la schreibersite, etc., qui jusqu'ici n'ont pas été rencontrées sur notre globe. A ce genre d'études se lient les noms de Gustave Rose et de MM. Daubrée, Lawrence Smith, Maskelyne, Rammelsberg, Tschermak, etc.

Enfin, pénétrant plus profondément dans la constitution de météorites qui sont très loin de représenter des espèces minéralogiques simples, on les a soumises dans ces dernières années à une *analyse lithologique* qui, prenant pour base, l'établissement des types de roches cosmiques, n'a pas tardé à conduire à une véritable *géologie des météorites*.

Ce dernier point de vue constitue en propre le domaine inauguré par M. Stanislas Meunier. Les résultats déjà obtenus sont si satisfaisants, qu'on ne saurait actuellement regarder une météorite comme complètement connue, si, en ayant déterminé la composition chimique ou

même la constitution minéralogique, on ne sait pas la déterminer lithologique et géologiquement.

L'ensemble des travaux dont il s'agit a reçu les encouragements les plus flatteurs de la part des savants les plus illustres de notre pays et de l'étranger. En 1878, il a été récompensé par l'Académie du prix de Lalande, jusque là reservé à des travaux d'astronomie pure.

C'est qu'en effet les découvertes qui vont être successivement résumées appartiennent autant au domaine de l'astronomie physique dont elles constituent un chapitre nouveau, qu'au domaine de la géologie proprement dite.

Les travaux de M. Stanislas Meunier sur les météorites concernent :
La minéralogie et la lithologie de ces masses cosmiques ;
Leur géologie ;
Enfin, des généralités sur la géologie comparée.

A. MINÉRALOGIE ET LITHOLOGIE DES MÉTÉORITES.

XLVI.

Réaction nouvelle permettant de distinguer le protosulfure de fer de la pyrite magnétique ; nature de la troïlite.

(Cosmos du 18 janvier 1868).

XLVII.

Nature chimique du sulfure de fer (troïlite) contenu dans les fers météoriques.

(Comptes-rendus du 16 mars 1874).

On admettait généralement que la troïlite est constitué par du prostosulfure de fer. L'auteur s'est attaché à montrer qu'elle ne diffère par aucun caractère de la pyrrhotine ($Fe^7 S^8$). Il a institué dans ce but des expériences sur la réaction exercée par les sulfures sur les solutions aqueuses de sels métalliques et l'on doit voir dans ce travail l'origine des recherches exposées plus haut sous le N° XV.

Les résultats de l'auteur ont été ultérieurement confirmés par les

travaux de M. Daubrée, sur la météorite de Sainte-Catherine, où le sulfure se trouve en quantité exceptionnellement considérable et, par conséquent, dans des conditions favorables à son étude précise.

XLVIII.

Analyse chimique de la météorite tombée le 9 *juin* 1867 *aux environs de Sétif, Algérie.*

(Cosmos du 28 mars 1868).

XLIX.

Météorite tombée à Murcie, Espagne, le 24 *décembre* 1868.

(Comptes-rendus du 30 mars 1868).

(En commun avec M. Daubrée).

L.

Sur la météorite tombée à Saint-Denis-Westrem, près de Gand, le 7 *juin* 1855.

(Bulletin de l'Académie des Sciences de Bruxelles, t. XXIX, p. 210, 1870).

LI.

Sur la météorite tombée à Angers, Maine-et-Loir, en 1842.

(Bulletin de la Société linnéenne de Maine-et-Loire).

LII.

Sur la météorite tombée à Motta dei Conti, près de Casale, le 29 *février* 1868.

(Bulletin de l'Observatoire de Moncalieri).

LIII.

Analyse de la météorite tombée à Sauguis-Saint-Etienne, Pyrénées-Orientales, le 6 *septembre* 1868.

(Comptes-rendus du 2 novembre 1868).

LIV.

Méthode générale d'analyse immédiate des fers météoriques.

(Cosmos du 21 mars 1868).

L'auteur expose ici une série de procédés permettant de séparer les uns des autres et à l'état de pureté, les divers minéraux associés dans les fers météoriques. Il donne ensuite les résultats de l'analyse immédiate du fer de Toluca.

LV.

De l'emploi du bichlorure de mercure dans l'étude des fers météoriques.

(Cosmos du 16 mai 1868).

Grâce à l'emploi du bichlorure de mercure en dissolution aqueuse et à divers états de concentration, l'auteur est arrivé :

1° A apporter un perfectionnement à la méthode d'analyse immédiate indiquée plus haut;

2° A séparer, en leur conservant leurs formes, les grains silicatés contenus dans les syssidères;

3° Enfin, à étudier les phases successives de formation des figures de Widmannstætten.

LVI.

Recherches nouvelles sur les figures de Widmannstætten.

(Comptes-rendus du 4 décembre 1871).

Une méthode nouvelle pour obtenir la *figure de Widmannstæten* d'un fer météorique donné, consiste à en fixer une lame polie au pôle positif

d'un élément Bunsen, dont l'autre pôle est garni d'une lame d'argent et à plonger ces deux electrodes dans la solution aqueuse d'un sel bien choisi tel que le bisulfate de potasse qui donne d'excellents résultats.

LVII.

Etude des alliages météoriques de fer et de nickel.

(Cosmos des 22 et 29 août 1868).

Dans ce mémoire, l'auteur montre comment on peut séparer les uns des autres, à l'état de pureté, les alliages météoriques connu, sous les noms de tænite, de kamacite et de plessite, Il établit la formule de chacun d'eux et en décrit les caractères minéralogiques.

LVIII.

Produits d'oxydation des fers météoriques; comparaison avec les magnétites terrestres.

(Comptes-rendus du 15 septembre 1873).

Le fait principal signalé dans ce travail est que l'oxydation des fers météoriques s'accompagne parfois de l'élimination du nickel, de telle sorte que, finalement, il reste des matières très analogues aux oxydes de fer contenus dans l'écorce terrestre. Ces remarques ont aussi des conséquences quant à la composition des serpentines comparées aux roches météoritiques.

LIX.

Recherches sur la composition et la structure des météorites.

(Annales de Chimie et de Physique, 4e série, t. 17, p. 5, 1869).

Ce mémoire constitue la thèse de docteur ès-sciences de l'auteur.

LX.

Dosage du fer nickelé dans les météorites.

(Comptes-rendus du 13 novembre 1869).

Le procédé consiste à dissoudre l'alliage dans du chlorure d'or et à doser ensuite l'or ainsi mis en liberté. Plusieurs exemples montrent qu'il est susceptible d'une très grande précision.

LXI.

Détermination des types de roches météoritiques.

(Cosmos des 15 et 22 janvier, 5, 12 et 19 février 1870).

Occupé depuis longtemps déjà à comparer entre elles les météorites des diverses chutes dans le but de déterminer leurs relations possibles de gisement originel, l'auteur fut contraint de définir les types de roches cosmiques. Avant ce travail on se trouvait quant aux météorites exactement au point où l'on en serait pour les roches terrestres si leurs types n'avaient point reçu de noms distincts de ceux des localités où on les trouve.

D'après leur composition minéralogique et leurs caractères de structure, les roches météoritiques sont ici distribuées entre quarante trois types nettement caractérisées.

Destinées à servir avant tout de point de repère pour les descriptions ultérieures, ces descriptions auraient nécessairement été très vagues si l'auteur n'avait imposé à chaque type un nom univoque, ayant une forme analogue à celle des dénominations lithologiques.

La racine de ce nom a toujours été fournie par le nom de la localité la plus célèbre ou la mieux étudiée de chaque type. Toutefois il a paru convenable de conserver les noms de *Pallasite*, d'*Eukrite*, de *Howardite* et de *Chladnite* proposés par M. Gustave Rose et accrédités dans la science.

Toutes les descriptions ont été faites sur un plan uniforme. On trouve pour chaque type :

1° Une énumération rapide de ses oaractères extérieurs dans le style concis qui convient aux *Genera*;

2° La densité;

3° La composition minéralogique autant que permettent de la donner les notions acquises jusqu'ici;

4° Enfin l'indication chronologique des principales chutes représentées au Muséum.

La plus précieuse consécration a été accordée à ce travail, car M. Daubrée a autorisé l'auteur à disposer la collection des météorites du Muséum d'après le type dont il vient d'ètro question.

LXII.

Détermination minéralogique des holosidères du Museum.

(Comptes-rendus du 19 mai 1873).

L'auteur a distingué treize types lithologiques nettement définis dans la collection des fers météoriqnes du Muséum. Il donne à chacun d'eux un nom spécial et en décrit rapidement les caractères.

En terminant il fait remarquer que l'étude purement minéralogique des holosidères conduit à certaines conséquences relatives au régime géologique subi par les divers types qui viennent d'être énumérés.

Au fond, et sauf quelques rares exceptions comme en présentent l'octibbehite, la campbellite et la tuczonite, tons les fers météoriques donnent sensiblement les mêmes résnltats à l'analyse chimique élémentaire, à peu près comme font de leur côté la plupart des roches feldspathiques en y comprenant les phyllades et même certaines argiles. De sorte que les différences de constitution de ces fers pourraient s'expliquer par des départs qui se seraient opérés dans leur masse primitivement homogène, par une sorte de liquation.

Sans doute, les roches feldspathiques, et bien d'autres aussi, conservent les traces de phénomènes du même genre et le quartz, par exemple, qui renferme avec tant de régularité la pegmatite graphique, apparaît comme un produit de départ au même titre que la tœnite du fer de Caille.

Cette remarque semble d'autant plus opportune qu'elle resserre

encore les liens entre les roches terrestres et les roches cosmiques et qu'elle fait disparaître la singularité dont jouissaient seuls en apparence certains holosidères d'unir à la structure régulière des minéraux cristallisés, la composition complexe des roches proprement dites.

LXIII.

Etude chimique de la matière colorante noire de la tadjérite.

(Comptes-rendus du 20 mars 1871).

Les expériences dont le résultat est consigné dans ce mémoire prouvent que cette matière colorante est attaquable aux acides. Elle a la même composition que les minéraux peridotiques, et, en attendant qu'on ait pu l'isoler, ce qui ne paraît pas facile, il est légitime de la rapprocher de l'espèce connue sous le nom de *fayalite*. Elle en diffère cependant par son inertie à l'égard de l'aimant.

LXIV.

Transformation de la serpentine en tadjérite; premier cas de reproduction d'une météorite au moyen d'une roche terrestre.

(Comptes-rendus du 1er mai 1871).

La serpentine, chauffée au rouge dans un courant d'hydrogène, se transforme en un produit qu'il est difficile de distinguer de la tadjérite.

L'auteur conclut de cette expérience des conséquences sur la liaison des roches cosmiques et des roches terrestres.

Il fait remarquer d'ailleurs qu'en faisant de la tadjérite avec de la serpentine, on suit évidemment la marche inverse de celle qu'a adoptée la nature. Il ressort, en effet, de l'étude de ces deux roches, que la serpentine constitue le produit de l'altération, sous l'influence des agents superficiels d'oxydation et d'hydratation, de masses identiques à certaines météorites et spécialement à celles qui sont formées de chantonnite et d'aumalite.

LXV.

Sur les formes extérieures des météorites.

(La Nature du 27 juillet 1878).

L'auteur insiste sur ce que certains accidents de la surface des météorites résultent de l'émoussement sous l'influence de l'air des cassures primitives.

Ces accidents se distinguent nettement de ceux que M. Daubrée a étudiés sous le nom de *piézoglyptes*, et dont il a réalisé le reproduction artificielle.

B. — GÉOLOGIE DES MÉTÉORITES.

LXVI.

Stratigraphie de diverses roches météoritiques.

(Comptes-rendus du 21 novembre 1870).

L'auteur s'est demandé si des mériotes différentes les unes des autres, au point de vue lithologique, n'ont pas été à une époque inconnue en relation de position.

Déjà on avait émis l'idée très-vraisemblable que les masses de nature identique dérivent d'un même gisement originel, mais on ne peut donner aucune preuve satisfaisante à l'appui de cette opinion, puisqu'il suffit de supposer l'exercice des mêmes causes dans des régions diverses de l'espace pour comprendre la formation de masses identiques quoiqu'indépendantes.

Au contraire, on peut faire une démonstration rigoureuse de la communauté d'origine si l'on étudie convenablement les météorites *polygéniques*, c'est-à-dire constituées par l'agglomeration de fragments de roches différentes les unes des autres. L'auteur s'est attaché à de très nombreuses reprises, à l'étude de cette question.

C'est ainsi qu'il a rétiré de l'étude lithologique de la *mesminite*, la preuve que la *lucéite* et la *limerickite*, quoique représentant des météorites de chûtes distinctes proviennent d'un seul et même gisement.

L'étude de la *canellite* a procuré la même preuve pour la *limerickite* et la *montréjite*, etc.

LXVII.

Etude lithologique de la météorite de Parnallee.

(Comptes-rendus du 31 juillet 1871).

La pierre de Parnallee (Indes anglaises) offre une structure remarquable. M. Silliman la qualifie de pisolithique, mais cette expression est évidemment impropre, car la structure de la roche extra-terrestre est rigoureusement celle de nos grès à gros grains. Il est bien vrai que certaines particules pierreuses sont enveloppées de couches successives de troïlite et que du fer nickelé est venu quelquefois s'appliquer sur certains grains de nature variée ; mais cela résulte manifestement d'actions postérieures à la formation même du conglomérat. Les grains dont se compose celui-ci, sont exactement de petits cailloux souvent anguleux, parfois plus ou moins arrondis et offrant dans tous les cas, les caractères de fragments arrachés à des masses plus volumineuses. Certains d'entre eux sont brisés et ressoudés, comme on l'observe si souvent dans le grès des Vosges.

La roche de Parnallee est donc une brèche et par conséquent au point de vue de la stratigraphie des météorites, elle se rattache aux mêmes considérations que les brèches de Deesa , de Saint-Mesmin , de Canellas, etc. C'est même une brèche beaucoup plus complexe que ces dernières et l'on y reconnait des débris appartenant à des types météoritiques très variés.

En étudiant les échantillons du Muséum, j'y ai distingué au moins *douze espèces distinctes de grains* parfaitement caractérisées.

La conséquence des faits procurés par l'examen de cette roche remarquable ne semble pas douteuse. De même que la présence simultanée dans le *Nagelfluhe* du Righi de toutes les roches des Alpes, démontre , sans autres preuves , la relation de position de ces roches; de même, le mélange, dans le conglomérat, polygénique de Parnallee, de fragments appartenant à divers types de roches météoritiques distinctes , prouve la coexistence de ces types dans l'astre d'où provient la

météorite indienne. Et, ce qui ajoute à l'intérêt qu'offre cette roche, elle donne la première et jusqu'ici la seule indication de plusieurs types qui ne sont pas encore parvenus sur la terre, qui, du moins, n'y ont pas été signalés, et qui pourront nous arriver un jour ou l'autre. C'est la preuve que les types connus ne comprennent pas tous, les types existants, soit que la lacune provienne d'une étude encore incomplète, ou qu'elle résulte de l'insuffisance actuelle des documents. Ajoutons que le nombre des relations stratigraphiques retrouvées quoique déjà assez important, ne peut être qu'une fraction de celles que les roches cosmiques ont eues entre elles; outre que l'air commun de famille de ces roches ne permet pas d'en douter, l'étude de ce genre de rapports est trop récente pour avoir déjà donné tous ses fruits. Il est donc vraisemblable que l'importance relative des corps d'où tant de météorites tirent leur origine l'emporte de beaucoup sur celle que, dès ce moment, les faits connus conduisent à lui assigner.

LXVIII.

Examen lithologique et géologique de la météorite tombée le 13 *octobre* 1872 *aux environs de Soko-Banja, en Serbie.*

(Comptes-rendus du 14 février 1881).

Cette météorite peut être caractérisée d'un mot en disant que malgré de profondes différences chimiques, elle présente la structure du *trass* des bords du Rhin. On y voit des galets *d'erxlebenite* et de *pyrrhotine* empâtés dans de la *montréjite*.

La forme des galets montre qu'ils ont été arrachés à des gisements plus ou moins éloignés et charriés jusque dans le conglomerat. Les *diaclases* ou joints qui les traversent font voir qu'ils ont subi des actions mécaniques telles que de fortes pressions. Ces actions sont d'ailleurs antérieures à la production de la brèche de Soko Banja, car les diaclases ne se prolongent nulle part dans la montrejite juxtaposée. Enfin, après la constitution définitive de la brèche, elle a été évidemment soumise à des émanations dont le produit a été la concrétion du fer nickelé qui s'est logé dans certaines diaclases de l'erxlebenite et dans les interstices des éléments de la montréjite.

LXIX.

Etude minéralogique du fer météorique de Deesa (Chili).

(Cosmos des 20 et 27 novembre et 4 décembre 1869).

Ce travail très étendu se divise en quatre parties.

Dans la première, l'auteur décrit la météorite de Deesa et en donne l'analyse chimique.

Dans la deuxième, il réalise l'analyse minéralogique de la masse à l'étude. En d'autres termes, il isole les minéraux qui y sont mélangés puis il fait de chacun d'eux une analyse séparée ;

Dans la troisième, il compare la masse de Deesa aux autres météorites antérieurement décrits ;

Enfin dans la quatrième, il cherche, d'après les faits obtenus précédemment, qu'elle idée on peut se faire du mode de formation du fer météorique du Deesa.

« On est en droit, dit-il en terminant, de conclure des comparaisons précédentes que le fer de Deesa est du fer de Caille qui, à l'état de fusion plus ou moins visqueuse, et dans des conditions qu'une étude ultérieure définira peut-être a empâté des fragments de la pierre de Sétif.

» A l'origine, la roche dont la météorite de Sétif est un echantillon, formait une couche au-dessus de celle qui est représentée par le fer de Caille et dont elle pouvait d'ailleurs être séparée par de nombreux intermédiaires.

» A un certain moment, la roche de Caille a été *injectée* à l'état de fusion au travers de la roche de Sétif qui lui était superposée, exactement comme nous voyons sur la terre, le porphyre être injecté dans le granite. Il en est résulté un *filon* dont la substance, modifiée dans sa structure par le fait de la fusion, a empâté, sans les altérer, des fragments de la roche encaissante.

» Le fer de Deesa peut donc être considéré comme le premier représentant signalé jusqu'ici d'un *filon* ou *dyke extra-terrestre*. Son étude nous conduit à établir, pour la première fois, une *chronologie géogénique* entre des roches météoritiques : de dire que le fer de Caille est *géologiquement plus récent* que la pierre de Sétif.

5

» Ces divers faits permettent donc comme on voit:

» 1° D'affirmer l'existence non soupçonnée jusqu'à présent de *roches météoritiques éruptives ;*

» 2° De constater des relations stratigraphiques entre des météorites de types très différents ;

» 3° Enfin d'indiquer la possibilité d'une *chronologie géogénique* entre divers types de roches météoritiques. »

LXX.

De l'existence de roches éruptives et de roches métamorphiques, parmi les météorites.

(Comptes-rendus du 28 novembre 1870).

Après avoir prouvé l'existence d'anciennes relations stratigraphiques entre des types divers de roches météoritiques, l'auteur montre dans ce travail qu'on peut définir, au moins par plusieurs d'entre elles, les conditions spéciales de formation des roches extra terrestres.

L'étude du fer de Deesa, déjà mentionné précédemment, a démontré l'existence de *brèches de filons éruptifs*. Mais un nouvel examen de cette masse intéressante permet aujourd'hui d'aller beaucoup plus loin.

Des expériences précises prouvent, en effet, à l'auteur, que la *tadjérite* empâtée en fragments dans le fer éruptive, n'est pas une roche normale. On peut la reproduire artificiellement avec tous ses caractères en soumettant au rouge, pendant un quart d'heure, un fragment d'*aumalite*. C'est donc dans toute la force du terme une *roche métamorphique*, exactement comme le marbre blanc préparé par Hutton, est une roche métamorphique par rapport à la craie.

On remarquera, en passant, que l'expérience précédente a fourni le premier exemple de la reproduction artificielle d'une météorite.

Les mêmes faits sont de nature à éclairer la cause à laquelle est due la teinte foncée que présentent les surfaces de frottement si fréquents dans beaucoup de météorites. Il est évident que ces roches à surfaces frottées ont été soumises à de fortes pressions alors qu'elles étaient complètement solidifiées, et que c'est à la seule action mécanique qu'il

faut attribuer l'échauffement des parties qui, après leur rupture, ont pu glisser les unes contre les autres.

LXXI.

Second exemple de métamorphisme chez les météorites.

(Comptes-rendus du 10 avril 1871).

LXXII.

Nouvelles recherches relatives au métamorphisme météoritique.

(Comptes-rendus du 24 avril 1871).

LXXIII.

Contribution au métamorphisme météoritique.

(Comptes-rendus du 27 novembre 1871).

On a vu plus haut comment la roche météoritique désignée sous le nom de *tadjérite* représente la forme métamorphique d'une roche toute différente, l'*aumalite*. La continuation de ce genre de recherches a amené l'auteur à reconnaître que la roche dite *stawropolite* qui constitue la météorite tombée à Stawropol, (Caucase), le 24 mars 1857, résulte de même du métamorphisme de la roche non analogue en apparence appelée *montréjite*.

D'ailleurs, les expériences ne tardèrent pas à montrer à l'auteur qu'on ne réalise la synthèse complète des météorites noires que si l'on opère au grand rouge tel que le fournit un bon feu de coke. A température plus basse, on obtient un produit qui diffère d'autant plus des pierres de Tadjéra et de Stawropol, qu'on a été plus éloigné du terme qui vient d'être indiqué.

Or, il se trouve que ces résultats d'une calcination incomplète reproduisent dans tous leurs caractères, certains types de météorites considérés comme distincts.

Si l'on part de la pierre d'Aumale on obtient la pierre grise marbrée de noir, dite Chantonnite, dont Vauquelin a vainement tenté de déterminer la nature.

Si l'on part de la pierre de Montréjeau, on produit la roche grise à globules noirs décrite sous le nom de *bélajite*.

Les faits de ce genre, en même temps qu'ils éclairent l'histoire des phénomènes métamorphiques subis par les météorites, permettent de resserrer davantage les relations stratigrafiques qui unissent entre eux les types de roches extra-terrestres.

LXXIV.

Application du métamorphisme météoritique à l'étude de la croûte noire des météorites grises.

(Comptes-rendus du 19 août 1872).

Les faits qui seront indiqués plus loin à propos du métamorphisme météoritique, donnent la clé de la production de l'écorce noire des météorites.

Ce n'est pas comme on l'a dit quelquefois une enveloppe fondue; c'est un résultat de métamorphisme superciel de la masse. Si, en effet, on chauffe au chalumeau un éclat de météorite grise, on n'obtient en général, rien de comparable à l'écorce qui nous occupe; la pierre, par suite de l'action oxydante de l'air, devient d'abord d'un brun plus ou moins ocracé, puis elle fond très difficilement sur les bords très minces en un verre brunâtre. Cependant, en opérant dans la flamme réductrice et sur un très petit éclat, on peut obtenir d'abord la coloration en noir, puis la fusion en un verre à peu près incolore quoique piqueté de grains noirs. Cette expérience reproduit les phases que traverse la pierre, pour passer de son état normal à celui de vernis: seulement, en général, le phénomène d'incandescence ne dure pas assez longtemps pour que la fusion atteigne autre chose, quand elle l'atteint, que l'épiderme de la pierre.

Une preuve que la partie principale de la croûte n'a éprouvé aucune fusion résulte de ce fait que la croûte disparait quand on la soumet au métarmorphisme un échantillon pourvu de son écorce. C'est la reproduction de la particularité signalée pour la météorite de Sétif (Tadjera), où l'on a noté l'absence complète de croûte externe.

Enfin, il n'est pas impossible de prévoir qu'on rattachera un jour à l'étude de cette écorce noire la mesure, au moins approximative, de

la température des espaces interplanétaires, qui a été, comme on sait, l'objet de tant de suppositions contradictoires. En effet, l'épaisseur de la croûte métamorphisée, indépendante de la grosseur de chaque pierre qu'elle recouvre, pourra peut être donner, à la suite de quelques expériences, une idée de la température interne des météorites soumises à l'action subite de la chaleur au moment de leur entrée dans l'atmosphère. On pourra en déduire l'état thermotrérique des régions d'où elles arrivent.

LXXV.

Caractères de la croûte produite sur les roches terrestres par les agents atmosphériques; comparaison avec l'écorce noire des météorites.

(Comptes-rendus du 14 octobre 1872).

L'auteur montre que des blocs de roches diverses, longtemps exposés à l'air, se recouvrent d'une écorce que l'on peut comparer à celle des météorites.

Comme celle-ci, elle se rapproche de la composition que prend la roche enveloppée sous l'action de la chaleur. La différence principale consiste en ce que la formation est rapide pour les météorites et lente pour les roches terrestres.

LXXVI.

Coexistence de divers types lithologiques distincts dans la même chute de météorites.

(Comptes-rendus du 26 décembre 1871).

La notion des relations stratigraphiques des météorites peut se déduire de la présence simultanée dans certaines chutes de types différents qui viennent manifestement d'une même localité puisque c'est le même bolide qui les apporte. Le fait s'est présenté dans des conditions extrémement remarquables, car l'étude des pierres tombées en 1773 à Sigéna (Espagne), de même que celle des météorites de Trenzano (Italie) (1856), ont démontré à l'auteur que dans ces deux cas les

roches recueillies se répartissent entre les deux types très différents l'un de l'autre, qu'il a définis sous les noms de *bustite* et de *parnallite*.

Ces faits sont d'autant plus dignes d'attention qu'on y trouve réunies plusieurs circonstances dans chacune prise individuellement, n'est que très rarement réalisée. Il est très rare, en effet, qu'il tombe des météorites du type de Busti; il est très rare qu'il en tombe du type de Parnallée; enfin il est très rare que deux types lithologiques différents arrivent sur la terre en même temps

LXXVII.

De l'existence des types de transition parmi les météorites.

(Comptes-rendus du 8 janvier 1872).

Dans ce mémoire on signale un certain nombre de météorites dont les caractères sont intermédiaires entre ceux de types lithologiques nettement définis, et on en conclut de nouveaux arguments à l'appui de la communauté d'origine des roches extraterrestres. L'auteur décrit en détail les pierres qui relient la lucéite à la montréjite, la mesminite à la canellite, la montrejite à la limérickite, la montrejite à la stawropolite et l'aumalite à la tadjérite.

LXXVIII.

Analyse lithologique du fer d'Atacama; premier exemple de filons concretionnés parmi les météorites.

(Comptes-rendus du 2 septembre 1872).

L'auteur a commencé par démontrer que la partie pierreuse de cette syssidère remarquable n'est pas comme on le dit généralement, de péridot pur, pareil à celui du fer de Pallas. C'est une roche complexe identique à la *dunite* dont est constituée la météorite de Chassigny.

Quant à la partie métallique, elle consiste en couches superposées de fer nickelé qui sont venues successivement se déposer sur les fragments pierreux, absolument comme le quartz et la galène se sont déposés sur les morceaux de schistes des *filons en cocardes* du Hartz.

Voici la conclusion de ce travail : « L'idée la plus naturelle est de rattacher le dépôt métallique à la condensation de certaines vapeurs s'élevant au travers de failles, et la présence très nette du chlore dans le fer d'Atacama contribuera peut être à révéler la nature des gaz qui, dans cette supposition, ont dû servir de véhicules aux subtanoes incrustantes. » Cette conclusion a été complétement confirmée par des expériences ultérieures.

LXXIX.

Complément d'observations sur l'exercice de l'action filonienne chez les météorites.

(Comptes-rendus du 23 septembre 1872).

Dans ce mémoire, l'auteur démontre que le caractère filonien, signalé ci-dessus dans la météorite d'Atacama, se retrouve d'une manière très nette dans le fer découvert, en 1810, à Brahin (en Russie).

LXXX.

Analyse lithologique de la météorite de la Sierra de Chaco. Mode de formation de la logronite.

(Comptes-rendus du 2 décembre 1872).

Le résultat de longues analyses est qu'il faut voir dans la logronite dont la météorite de la Sierra de Chaco est constituée, une brèche dont le fer nickelé ramuleux constitue le ciment. On y voit de plus les traces de deux ordres de réactions très différentes. D'abord, autour de certains grains, on observe une zône nettement métamorphisée; en second lieu, il est manifeste que la formation de la logronite a été accompagnée de pressions très considérables.

LXXXI.

Recherches expérimentales, sur les fers nickelés météoritiques; mode de formation des syssidères concrétionnées.

(Comptes-rendus du 2 décembre 1878).

LXXXII.

Recherches expérimentales sur les grenailles métalliques des météorites sporadosidères.

(Comptes-rendus du 21 avril 1879).

LXXXIII.

Recherches expérimentales sur le mode de formation de divers minéraux météoritiques.

(Recueil des Savants étrangers, t. XXVII, N° 5).

Les expériences dont il s'agit ici font voir ;

1° Que la qualification de *filoniennes*, donnée aux syssidères concrétionnées est pleinement justifiée.

On peut même prévoir que cette qualification devra s'appliquer à de nombreuses holosidères remarquables par la netteté des figures qu'y dessinent les acides et dont la composition est identique à celle de la partie métallique des syssidères précédentes. Les expériences expliquent certains détails de structure des météorites, et par exemple, l'extrême difficulté que l'on éprouve à chasser tout le chlore de l'appareil, rend compte de l'empâtement dans la masse métallique de cristaux, de protochlorure de fer. Dans une expérience destinée à reproduire la tænite; chacune des aiguilles de cet alliage portait un ou plusieurs cristaux parfaitement nets de potochlornre de fer et cette circonstance amène à l'air la dostruction très rapide de l'échantillon.

2° Qu'étant donnée l'analogie généralement admise entre les roches météoriques et les masses profondes de notre globe, on doit reconnaître d'après les notions que nous venons d'acquérir que le rôle géologique du chlore, déjà révélé d'une manière si probante par M. Ch. Sainte-Claire Deville dans ses belles études sur les volcans reçoit un accroissement oonsidérable.

3° Qu'enfin, il sera permis de faire remarquer, qu'en montrant dans le chlore l'agent minéralisateur de toute une classe de filons on apporte à l'assimilation établie par Elie de Beaumont entre les gites métallifères et les émanations voloaniques, une confirmation cosmique du même

ordre que celle tirée par M. Daubrée des gîtes terrestres d'oligiste de Framont et d'ailleurs. Les réductions décrites plus haut et la fameuse expérience de Gay Lussac sur le fer spéculaire des volcans, diffèrent simplement par l'oxygène absent des premières, et présent dans l'autre, et cette différence, en ajoutant un nouveau terme à la série des comparaisons établies déja entre les roches cosmiques et les masses constitutives de l'écorce terrestre fait ressortir une fois de plus la grandiose unité des phénomènes géologiques dans notre système olaire.

D'ailleurs, l'ensemble des expériences précédentes paraît fournir une sorte de sanction à la grande conception de Davy, adoptée par Gay Lussac et à laquelle l'étude des météorites a ramené M. Daubrée. Elle consiste à croire que, suivant l'heureuse expression d'Elie de Beaumont, les roches primitives sont résultées d'une *coupellation naturelle* d'un noyau entièrement métallique à la périphérie duquel sont venus s'attaquer les agents d'oxydation et de minéralisation.

Seulement, au lieu de supposer avec Davy, que la coupellation s'est produite exclusivement par la périphérie du noyau, nous sommes amenés à reconnaître qu'elle se déclare successivement dans toute la masse à mesure que les progrès du refroidissement centripète arrachent de nouvelles couches au domaine de la dissociation.

LXXXIV.

Sur le mode de formation de la brèche météoritique de Sainte-Catherine (Brésil).

(Comptes-rendus du 15 avril 1878).

L'examen du fer de Sainte-Catherine montre qu'il constitue une véritable brèche cimentée, *après coup*, par des sulfures. Il est même légitime de supposer que ces sulfures ont été produits aux dépens du fer lui-même par un agent convenable.

Celui-ci est l'hydrogène sulfuré agissant à haute température et c'est ce que démontrent les expériences de l'auteur qui lui ont permis de réaliser une sorte de reproduction synthétique du fer à l'étude. Pour cela de petits fragments de fonte ont été soumis pendant huit heures consécutives à l'action simultanée de la température rouge et d'un courant d'hydrogène sulfuré. Après le refroidissement, les frag-

ments de fonte étaient incrustés de pyrrhotine et plusieurs d'entre eux étaient même cimentés ensemble par cette substance.

Après avoir précisé quatre phases très distinctes par lesquelles a évidemment passé la roche de Sainte-Catherine, l'auteur constate qu'elle représente un type tout à fait nouveau dans la nombreuse catégorie des filons météoritiques. Celui des roches *épigènes* comparables toute proportion gardée, aux amas intercalés d'alunite bréchoïde, qu'on observe au travers des massifs trachytiques de diverses localités volcaniques.

C'est la première fois que la oonsidération des *météoritiques épigèniques* est introduite dans la science.

LXXXV.

Communauté d'origine de la serpentine et de la chantonnite.

(Comptes-rendus du 31 octobre 1870).

De la comparaison approfondie de ces deux roches, il ressort la conclusion suivante : il suffit d'admettre que la chantonnite ait été soumise à une influence hydratante convenable, pour comprendre qu'elle se soit transformée en une roche serpentineuse et cela sans que sa structure ait eu à subir aucune modification. Ce dernier point conduit aussi à faire considérer la chantonnite elle même comme une roche éruptive.

En admettant, conformément à des démonstrations nombreuses que les météorites fournissent des échantillons de nature à faire connaître les roches terrestres que la profondeur de leur gisement rend inaccessibles à nos investigations, il paraît résulter de ce qui précède que rien ne justifie l'opinion qui voudrait voir dans les éruptions de serpentine la preuve de l'existence d'un réservoir infragranitique de la même roche. Pour l'auteur, la roche normale c'est l'*aumalite* représentée par de nombreuses météorites : les filons qu'elle a remplis ont pris, par suite de l'effet calorifique des actions mécaniques qui s'y sont développées, l'aspect pseudo-fragmentaire caractéristique de la *chantonnite*.

Quant aux *serpentines*, analogues aux malachites qui couronnent les

gîtes de chelkopyrite, par exemple, elles représentent les *têtes* de ces filons et ne sont, par conséquent, que le produit de leur altération sous l'influence des agents superficiels.

LXXXVI.

Des méthodes qui concourent à démontrer la stratigraphie des météorites.

(Compte-rendu du 29 janvier 1872).

Ces méthodes, parfaitement concordantes, consistent : 1° dens l'étude des brèches polygéniques; 2° dans l'examen des passages minéralogiques entre divers types; 3° dans la constatation de la coexistence en fragments dictincts de divers types dans la même chute; 4° enfin, dans la transformation de certains types en d'autres types.

Il résulte de cet ensemble de feit que la notion positive de la stratigraphie des météorites peut être considérée comme définitivement acquise à la scienoe.

LXXXVII.

Exercices des actions mécaniques sur l'astre aujourd'hui détruit, d'où proviennent les météorites.

(Comptes-rendus du 13 janvier 1873).

Les météorites des divers types et principalement celles qui sont formées d'eumalite et de lucéite offrent souvent des surfaces qui s'accusent sur les cassures par de très fines lignes noires, traversant les échentillons de part en part en présentant tous les ceractères des failles, et se faisant éprouver souvent de mutuels *rejets*.

Les surfaoes frottées proprement dites qui caractérisent la ohantonnite entre autres, doivent être distinguées des failles, non seulement à cause de leur espect mais perce qu'elles résultent évidemmemt de phénomènes différents. Au lieu d'être dues à de grandes fractures générales, en elles sont causées par des séries nombreuses de concassements tous sens.

Enfin les marbrures noires ont un lien évident avec les accidents mécaniques précédents et témoigent de la chaleur qu'ils ont dégagée.

C. – GÉNÉRALITÉS SUR LA GÉOLOGIE COMPARÉE.

LXXXVIII.

Des rapports de l'astronomie physique et de la géologie.

(Comptes-rendus du 24 octobre 1870).

Essentiellement mathématique jusqu'alors, l'astronomie s'est adjoint dans ces derniers temps, un chapitre tout nouveau. Grâce à une extension inespérée des procédés de la chimie, grâce aussi à l'attention accordée aux météorites, les astres ont été, comme les corps terrestres, passés au creuset de l'analyse.

Cette étude d'un genre si nouveau que la prévoir seulement eut été chimérique, il y a bien peu années encore, a fourni des résultats que l'on peut résumer en deux grandes lois fondamentales relatives, l'une à l'*Unité de constitution* du système solaire, l'autre à l'*Unité des phénomènes* dans le même système.

De ces deux grandes lois, résulte ce fait capital, conforme d'ailleurs à une immortelle théorie cosmogonique, qu'il vient ainsi confirmer d'une manière directe, que les astres du système solaire ont une origine commune et qu'ils traversent, avec une rapidité en rapport avec leur volume, les phases successives d'un refroidissement, phases qui se manifestent par les états si tranchés du soleil, des planètes, des satellites, des astéroïdes et des météorites.

Considérés de ce point de vue, les astres apparaissent comme de grands *touts* dans lesquels des fonctions s'exercent au moyen d'organes particuliers et qui fournissent les étapes d'un véritable développement. Ils naissent, ils vivent, ils meurent, puis subissent le travail de la décomposition.

L'ensemble grandiose de ces faits et de ces lois, ne saurait trouver place ni dans l'astronomie physique, ni dans la géologie proprement dite. Ils constituent une branche nouvelle de la science à laquelle peut convenir le nom de *Géologie comparée*, qui paraît en définir nettement le but et le domaine.

LXXXIX.

Sur le mode de solidification du globe terrestre.

(Comptes-rendus du 26 décembre 1870).

L'étude des météorites éruptives a montré que les fers éruptifs, tel que celui de Deesa, empâtent fréquemment des fragments pierreux, alors métamorphiques ; tandis que les pierres éruptives (*chantonnite*,) n'empâtent jamais de fragments métalliques.

Il en résulte que les masses pesantes de fer étaient encore liquides, ou pâteuses quand la pierre était complètement solidifiée.

L'unité de constitution des astres du système solaire inférieur autorise à étendre cette conclusion au globe terrestre et à affirmer que la solidification a été centripète. C'est le premier fait non hypothétique qu'on ait fourni contre la manière de voir de Poisson.

XC.

Structure du globe d'où dérivent les météorites.

(Comptes-rendus du 23 janvier 1871).

XCI.

Mode de rupture du globe d'où dérivent les météorites.

(Comptes-rendus du 30 janvier 1871).

XCII.

Situation astronomique du globe d'où dérivent les météorites.

(Comptes-rendus du 20 février 1871).

Aujourd'hui que nous connaissons, outre des preuves évidentes de relations stratigraphiques des météorites, l'existence parmi celles-ci, de roches d'origines diverses, l'affirmation du globe détruit d'où elles pro-

viennent n'a plus rien d'hypothétique, et la position relative de certaines masses se déduit, non plus simplement de leurs densités comparées, mais encore de leur mode connu de formation.

Au point de vue essentiellement géologique où nous sommes placés, les météorites se divisent en quatre grandes sections, qui sont :

1° Les *météorites stratiformes*, ne paraissant avoir subi aucune action étrangère à leur solidification par voie de simple refroidissement. Les masses de Caille, de l'Aigle, d'Aumale, de Lucé, de Montréjeau, peuvent être citées comme exemples ;

2° Les *météorites éruptives*, les unes métalliques comme les fers de Jewell-Hill et d'Octibbeha, les autres lithoïdes comme les pierres de Chantonnay, et dont il faut rapprocher les *brèches de filons éruptifs* si bien représentés par les masses de Deesa et de Toula ;

3° Les *météorites métamorphiques*, que la pierre noire de Tadjéra est seule jusqu'ici à représenter ;

4° Enfin, *les météorites bréchiformes non éruptives*, plus ou moins analogues peut-être aux pépérinos, et dont nous avons des exemples bien nets dans les pierres de Saint-Mesmin et de Canellas.

Cela posé, il est logique, en se fondant sur le principe d'unité des phénomènes dans le système solaire, et en partant de faits qu'il est facile d'observer sur la terre, d'admettre que les roches stratiformes sont superposées d'après leurs densités ; que les masses éruptives sont en filons intercalées dans les précédentes ; que les masses métamorphiques sont au contact ou dans le voisinage des filons ; et que les brèches leur sont liées d'une manière plus ou moins intime.

Une fois admise cette communauté de gisement, il faut chercher à rendre compte du mode de rupture de l'astre météoritique, aujourd'hui désagrégé.

Puisque les météorites sont des débris, elles ne peuvent provenir que d'astres plus avancés dans leur évolution que ne le sont le globe terrestre ou même la lune, et il est permis de supposer que l'action quelle qu'elle soit, dont elles sont le produit, est déjà reconnaissable sur des astres plus jeunes à des signes particuliers. Cette simple remarque nous fait faire un grand pas vers la solution du problème ; car, pour arriver à cette solution, il suffit maintenant de reconnaître chez les astres une tendance à la rupture spontanée.

Or, on ne saurait douter de ce grand fait. La terre, dont la surface a été l'objet d'une étude relativement si approfondie, nous montre de toutes parts des félures en sens divers. Ces félures, connues sous les noms de *failles* et de *paraclases*, ne sont pas dues à des causes locales, mais à une action générale qui produit dans l'écorce terrestre ces mouvements d'ensemble, désignés par Elie de Beaumont sous le nom de *bossellements généraux* et qui parait liée à la diminution progressive de volume du noyau interne, au fur et à mesure de son refroissement. A l'époque actuelle. la terre étant encore fort loin de son refroidissement complet, ce système de phénomène se poursuit dans la profondeur, sans que la surface éprouve autre chose que des mouvements lents. Mais dans la suite des temps, ces velléités de rupture, toujours contrariées par une cimentation profonde, ne feront-elles pas place à une rupture véritable ?

Nous chercherons la réponse à cette nouvelle question dans un astre plus avancé que la Terre en développement, c'est-à-dire dans la lune. Celle-ci, à côté des analogies qu'on lui connait avec notre planète, présente deux particularités qui ne se retrouvent pas sur la Terre: d'abord l'absence, sinon absolue, au moins presque complète, d'eau et d'atmosphère; ensuite l'existence des *rainures*, c'est-à-dire des crevasses à la fois si étroites et si longues, qui, avec une profondeur inconnue, traversent, sans se dévier, des plaines, des cratères et des montagnes.

On comprend comment l'étude des météorites devient ici particulièrement riche en enseignements positifs. A côté du globe lunaire, qui se fend de lui-même, les météorites nous montrent les fragments d'un astre déjà brisé. Ne faudrait-il pas être aveugle pour n'y pas voir l'indication du procédé par suite duquel elles ont acquis leurs caractères fragmentaires.

Il est vrai que nous ne pouvons préciser les causes qui séparent, pour les réduire en météorites distinctes, les éléments du globe fissuré; mais on rappellera ce passage du Rapport de M. Faye, qui attribuait, en 1878, le prix de Lalande aux recherches qui nous occupent : « M. Stanislas Meunier semble en droit de conclure que ces masses ont dû appartenir autrefois à un globe considérable qui aura eu comme la Terre, de véritables époques géologiques et se sera plus tard décomposé en fragments séparés sous l'action de causes dif-

ficiles à préciser, mais que nous avons vues à l'œuvre plus d'une fois dans le ciel même. »

D'ailleurs, il s'en faut de beaucoup que tous les savants soient d'accord sur la région de l'espace d'où il convient de faire provenir les météorites. Les uns, certainement les plus nombreux, les identifient avec les étoiles filantes, et refusent de voir en elles, à proprement parler, des membres de notre système; les autres, à l'inverse, en font des corps planétaires. Des noms illustres comptent parmi les défenseurs de l'une et de l'autre manière de voir, entre lesquelles il semble cependant aisé de choisir.

En effet, toutes les masses qui nous arrivent de régions de l'espace extérieures à notre système, à savoir les comètes et les étoiles filantes, montrent au spectroscope une constitution différente de celle des pierres qui tombent du ciel. Mais nous pouvons aller plus loin et reconnaître non-seulement que les météorites appartiennent à l'ensemble des corps planétaires, mais même qu'elles dérivent d'une région du système très voisine de la Terre.

Étudié dans son ensemble et du point de vue particulier à la géologie comparée, le système solaire se divise en trois groupes d'astres caractérisés chacun par une constitution spéciale. Le spectroscope montre en effet que les uns sont de nature nébuleuse et pour ainsi dire cométaire, les autres plutôt liquides, et les derniers pourvus d'une croûte plus ou moins épaisse de matériaux solidifiés.

Nous pouvons donc, en quelque sorte, faire une *coupe géologique du système solaire* tout entier et constater la ressemblance de cette coupe avec celle que donne notre globe.

En outre, de même qu'un fossile étant donné, un géologue arrive, d'après ses caractères à le rapporter à la strate d'où il provient, de même nous devons pouvoir, en étudiant un fragment d'astre, comme est une météorite, dire à quelle zone de notre système cet astre appartient.

Or, il est facile de voir que c'est aux planètes intérieures seules que peuvent appartenir des corps parvenus à un degré d'évolution aussi avancé que celui des météorites. Et par conséquent celles-ci dérivent soit d'un astre bien plus éloigné du soleil que n'est Mars, soit d'un astre beaucoup plus petit que n'est la lune. Pour reconnaître laquelle de ces deux hypothèses est la vraie, il faut se rappeler la fréquence

extrême des chutes de météorites et leur absence de périodicité. Il faudrait, pour rendre compte de ces deux circonstances dans l'hypothèse d'une origine extra-martiale, supposer que les masses errantes forment un anneau continu plus grand que l'orbite terrestre; mais leur ensemble représenterait alors un astre d'un volume en disproportion absolue avec ce que l'on est en droit d'imaginer. Au contraire, dans la seconde hypothèse, qui place dans un petit satellite de la terre, maintenant démoli, l'origine des météorites, ces conditions sont aisément remplies : l'absence de périodicité est due à ce que notre globe emporte avec lui, dans sa course annuelle, l'anneau d'où se détachent les météorites, et la fréquence des chutes à ce que tous ces fragments, à peu près dans les mêmes conditions, tendent à tomber à des époques voisines les unes des autres.

XCIII.

Sur la forme des mers de Mars comparée à celle des océans terrestres.

(Comptes-rendus du 1er septembre 1873).

L'auteur signale la forme des mers martiales, comparées à celle des océans terrestres comme fournissant un signe de la vétusté relative de Mars. Il lui paraît évident que nos mers prendront sensiblement les mêmes contours que celles de Mars, lorsqu'elles auront suffisamment diminué de volume, à la suite de leur absorption progressive par le noyau solide.

Si l'on prend, en effet, une carte marine, telle que celle de l'océan Atlantique boréal, et que l'on trace les courbes horizontales successives pour des profondeurs de plus en plus grandes, on reconnaît que ces courbes tendent progressivement à limiter des zones dont la forme est de plus en plus allongée. A 4000 mètres, par exemple, on obtient des formes comparables, de tous points, à celles des mers de Mars qui viennent d'être citées.

Il en résulte que, si l'on suppose l'eau de l'Atlantique absorbée par les masses profondes actuellement en voie de solidification, de façon que le niveau de cet océan s'abaisse de 4000 mètres, on aura à la fois une bien moins grande surface recouverte par l'eau et une forme

étroite et allongée de la mer, c'est-à-dire exactement les conditions que présente Mars.

XCIV.

Sur l'atmosphère des corps planétaires et sur l'atmosphère terrestre en particulier.

(Comptes-rendus du 7 octobre 1878).

Ce mémoire est la réfutation d'une hypothèse de M. Sterry Hunt, d'après lequel l'atmosphère terrestre aurait une origine cosmique, distincte de celle du noyau solide de notre planète.

L'auteur rappelle qu'il existe des corps célestes, tels que la lune et les astéroïdes, qui sont absolument dépourvus d'atmosphère, tandis qu'il en est d'autres, comme Vénus et surtout Mercure, dont l'énorme enveloppe gazeuse n'est pas en rapport avec leur volume. Les études de géologie comparée ont appris que, par le fait seul de l'évolution sidérale, l'atmosphère est peu à peu absorbée par le noyau solide de l'astre qu'elle entoure, au fur et à mesure du refroidissement de celui-ci. C'est ainsi qu'après avoir eu la densité qu'on lui voit chez Mercure, puis l'épaisseur qu'elle a dans Vénus, elle acquiert les dimensions relatives dont nous profitons sur la terre, pour s'amincir ensuite comme elle a fait autour de Mars, en attendant qu'elle disparaisse absolument, ainsi que la lune en offre l'exemple. Il résulte de là que l'atmosphère est un des éléments essentiels de chaque astre et doit compter parmi les roches originelles, au même titre que la mer et que les assises pierreuses. Quant à l'origine de l'acide carbonique atmosphérique, elle est évidemment tout autre, et l'auteur en a fait l'objet de recherches particulières.

XCV.

Etude descriptive, théorique et expérimentale sur les météorites.

(1 volume in-8° de 187 pages, 1867).

XCVI.

Le ciel géologique, prodrome de géologie comparée.

(1 volume in-8° de 247 pages, 1871).

XCVII.

Cours de géologie comparée, professé en 1873, *au Muséum d'histoire naturelle.*

(1 volume in-8° de 323 pages, 1874).

Lille Imp. L. Danel.